

LA DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGÈNE



MISE EN CONTEXTE

Être dans le domaine de l'assainissement des eaux usées exige une bonne connaissance des polluants, des objectifs environnementaux de rejet et des méthodes de traitement possible pour les différents polluants visés. Dans le domaine du traitement des eaux d'origine domestique, on retrouve le plus fréquemment les matières en suspension (MES), les coliformes fécaux (CF), le phosphore total (Pt), l'azote total (Nt) et la demande biochimique en oxygène (DBO). La définition de ces paramètres est assez directe, mais le dernier mérite d'être un peu mieux défini afin de saisir complètement sa signification et son impact sur l'environnement. Après tout, quiconque se dit expert en DBO doit bien le démontrer !

QU'EST-CE QUE LA DBO

Bien qu'elle soit généralement considérée comme un polluant, la DBO est en réalité un indicateur du degré de pollution d'un milieu. Les microorganismes présents dans un milieu cherchent à assimiler les composés organiques biodégradables qui s'y trouvent afin d'en tirer une source d'énergie. Cette assimilation, aidée par l'oxydation des composants, consomme l'oxygène disponible dans le milieu. C'est donc cette demande d'oxygène requise au traitement biologique des composés qui est évaluée par la DBO. L'ampleur de cette demande résulte donc, entre autres, de la quantité de charges organiques dans l'eau usée (Olivier, 2017).

LES DIFFÉRENTES VARIATIONS DE LA DBO

La dégradation biologique de la matière organique demande plusieurs jours et évolue dans le temps. La durée des tests lors d'une analyse d'échantillon doit donc toujours être indiquée.

La DBO_{ultime}

La demande biochimique en oxygène ultime (DBO_{ultime}) représente la demande en oxygène qui serait requise pour oxyder toute la matière biodégradable présente dans un milieu.

La DBO₂₀

Dans la pratique, la DBO₂₀ réalisée au laboratoire représente la DBO_{ultime} de la biodégradation naturelle. Au-delà des 20 jours, tous les composés oxydables sont généralement considérés oxydés (Actu Environnement, 2021; Marc Olivier, 2017).

Mais pourquoi donc la DBO₂₀ n'est-elle pas utilisée, sachant qu'elle représente la DBO réelle? La réponse se trouve dans le nombre de jours nécessaire à l'évaluation du paramètre. En effet, un délai de 20 jours avant l'obtention d'une analyse s'avère assez long.

La DBO₅

On cherchait donc un indicateur représentatif nécessitant une durée d'analyse plus courte. De nombreux pays ont choisi la consommation en oxygène à 5 jours, qui correspond à l'oxydation de la pollution la plus rapidement biodégradable. Cette durée conventionnelle est d'ailleurs héritée d'Angleterre où a été mise au point cette méthode d'analyse, justifiée en 1912 par le fait que les déversements de l'eau de rivière ne prennent pas plus de 5 jours pour rejoindre la mer (UVED, 2013). Elle fut recommandée pour la première fois par la *Royal Commission for Sewage Disposal* (Commission royale sur l'assainissement). Par la suite, la DBO₅ est rapidement devenue un paramètre dominant. En 1936, l'*American Public Health Association Standards Committee* l'utilise comme indicateur de référence. En France, elle est devenue un paramètre standard en 1998 (NF EN 1899-1 et -2). Aujourd'hui, la DBO₅ est mise en œuvre dans le monde entier pour surveiller la plupart des stations d'épuration des eaux usées urbaines et industrielles (Magnin et col., 2015). Fait important à connaître, la DBO₅ ne représente toutefois qu'une indication partielle de la demande réelle, représentant en réalité que 60 à 85 % de la DBO_{ultime}.

La DBOC et la DBON

Le DBO se divise en deux types de demande: la demande en oxygène associée à la partie carbonée (DBOC) et la demande en oxygène associée à la seconde étape, soit la partie azotée (en anglais, NBOD – notons-la DBON). Malgré le fait que la DBON ne se manifeste habituellement qu'après quelques jours d'incubation, il peut tout de même être désiré d'éliminer la portion associée à la nitrification. Ainsi, lors de l'utilisation d'un inhibiteur de nitrification durant une analyse, le résultat de l'effluent est indiqué en termes de DBOC au lieu de DBO (Rich, 2003).

La figure 1 représente l'évolution de la DBO en fonction du temps d'incubation lors de l'analyse. La DBO de seconde étape représente la DBO incluant les processus associés à l'azote (DBON). La courbe inférieure représente la DBOC.

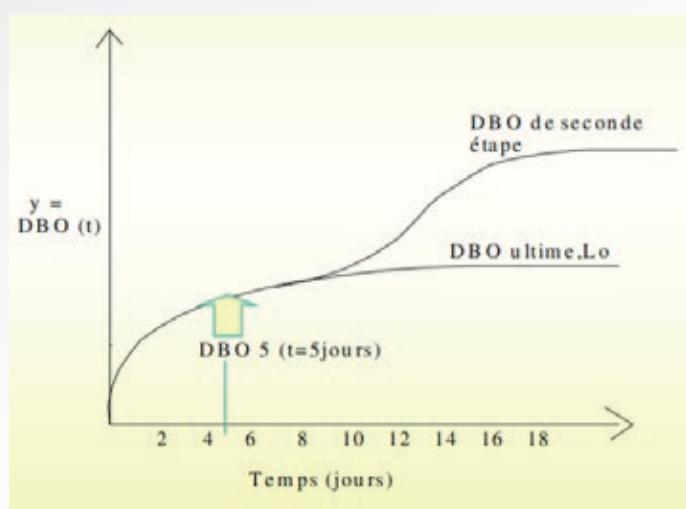


Figure 1. Courbe de la DBO en fonction du temps
(Tiré de Grandjean B. (s.d))

POURQUOI LA DBO₅C EST-ELLE PRÉFÉRÉE DANS LE DOMAINE?

Lorsque l'objectif est d'établir un indice de pollution, la DBO₅ peut être trompeuse puisqu'elle est généralement gonflée par le mécanisme de nitrification (DBO₅N) qui se déroule lors des tests de DBO₅. Contrairement à la demande carbonée qui est proportionnelle à la concentration des constituants carbonés biodégradables dans l'effluent, la demande azotée exercée durant le test de 5 jours, quant à elle, est proportionnelle au nombre d'organismes nitrifiants capturés dans l'échantillon testé. Ainsi, la DBO₅ peut ne pas être représentative de l'impact de l'effluent sur l'environnement lorsqu'un grand nombre de microorganismes nitrifiants sont présents. Un exemple concret de la différence entre la DBO₅ et la DBO₅C est présentée à la figure 2.

Ainsi, dans le domaine du traitement des eaux décentralisé, la DBO₅C est préférée parce qu'elle mesure spécifiquement la concentration des matières carbonées biodégradables et est peu affectée par d'autres facteurs comme peut l'être la partie azotée.

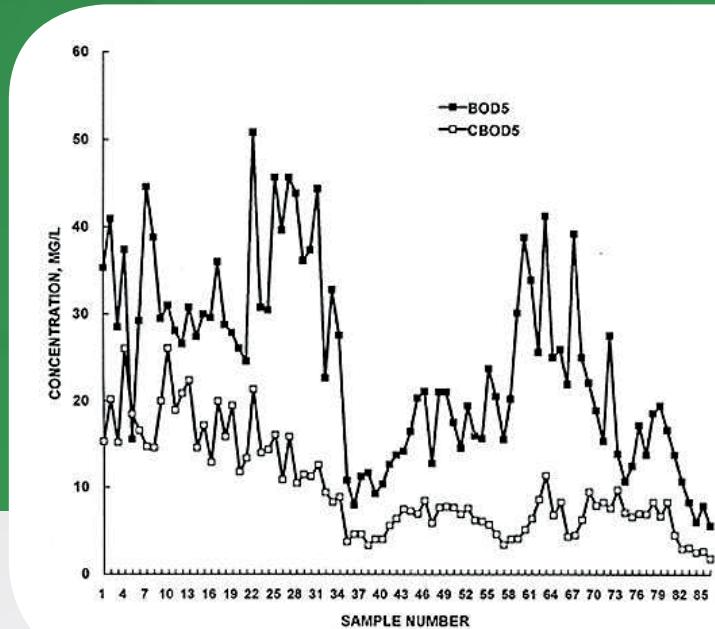


Figure 2. Comparaison entre la DBO₅C et la DBO₅
(Tiré de Rich, 2003)

L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA DBO

La santé d'un cours d'eau se reflète par sa biodiversité et son apparence, qui sont directement impactées par la présence suffisante d'oxygène et par le peu de nutriments organiques en excès. En effet, un cours d'eau bien oxygéné est un environnement idéal à la prolifération de différentes espèces aquatiques. La relâche d'eau dont l'indice de DBO est fort dans les cours d'eau provoque plusieurs effets néfastes, spécifiquement la consommation de l'oxygène de l'écosystème pour la dégradation des polluants, et l'augmentation de sédiments organiques.

L'appauvrissement en oxygène ainsi que l'accumulation de sédiments au fond d'un cours d'eau sont deux acteurs majeurs associés à l'eutrophisation des cours d'eau. La prolifération d'algues par la présence excessive de phosphore et d'azote ne sont pas les seuls responsables. Ainsi, le traitement de la matière organique associée à la DBO dans l'eau usée qui se déverse dans l'environnement est primordial pour son maintien en santé.

COMMENT LA DBO EST-ELLE RÉDUITE?

En présence de nutriments à dégrader, les microorganismes produisent des protéines catalytiques, aussi appelées enzymes. Ces enzymes accélèrent les réactions biologiques par le clivage des molécules en plus petites unités (le produit de la réaction enzymatique), les rendant plus facilement assimilables. Ce mécanisme est effectué par la reconnaissance de l'enzyme à son site actif du substrat à dégrader, comme le démontre la figure ci-dessous.

Chaque enzyme, de par son site actif, est spécifique à un substrat bien précis. En fonction des polluants présents dans l'eau, une biomasse produisant les enzymes les mieux adaptés aux substrats aura généralement une plus grande possibilité de bien s'implanter.

Par l'action enzymatique, les molécules plus complexes seront donc mieux assimilables par les microorganismes. Une partie de la charge organique assimilée sera donc utilisée dans le catabolisme des micro-organismes (dégradation de molécules complexes permettant une assimilation d'énergie), alors que l'autre partie sera utilisée pour le métabolisme anabolique (réactions de synthèse), notamment dans la croissance ou la formation de nouvelles cellules.

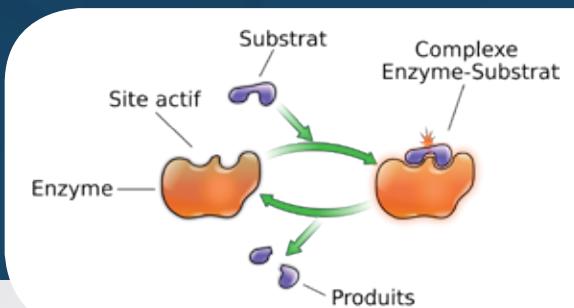


Figure 3. Mécanisme enzymatique
(Tiré de wikipedia)

CONCLUSION

Bien que le terme « Demande biochimique en oxygène » soit familier, les détails derrière ce paramètre sont parfois nébuleux. L'explication du concept, des différents types de DBO et des raisons derrières l'utilisation des différents types ont donc été brièvement survolés. L'impact de la DBO sur l'environnement ainsi que le mécanisme de traitement général a aussi été expliqué.

RÉFÉRENCES

- Actu-environnement. (2021). Demande Biochimique en Oxygène. (DBO) https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/demande_biochimique_en_oxygene_dbo.php4
- Brske Perry F. (1998). *Biochemical oxygen demand and carbonaceous in water and wastewater*. <https://apps.ecology.wa.gov/publications/documents/98307.pdf>
- Cerema. (2020). Demande biochimique en oxygène (HU). [http://wikydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Demande_biochimique_en_oxyg%C3%A8ne/_DBO_\(HU\)](http://wikydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Demande_biochimique_en_oxyg%C3%A8ne/_DBO_(HU))
- Environnement Canada. (2015). *Procédure de vérification de la performance des Technologies de traitement des eaux usées d'origine domestique*. <https://etvcanada.ca/wp-content/uploads/2015/03/PVG-protocole-sp%C3%A9cifique-eaux-us%C3%A9es-FINAL-2015-03-25.pdf>
- Grandjean B. (s.d). Assainissement industriel. Université de Laval. http://www.cours-examens.org/images/Etudes_superieures/ingenierat_environnement/4_annee/Operations_unitaires-traitement_eaux_boues/Assainissement_industriel_U_laval/p2.pdf
- Gouvernement du Québec. (2021). Pollution issue des eaux usées. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eaux-usees/pollution.html>
- 1H2O3. (2021). Paramètre des eaux usées. <https://www.1h2o3.com/apprendre/parametres-des-eaux-usees/quels-sont-les-parametres-les-plus-utilises-en-station-epuration/>
- Magnin A., Muller M., Yoris A., Guérin S., Rocher V., Dugal Y. (2015). Validation of a BOD₅ alternative method. https://cfmetrologie.edpsciences.org/articles/metrology/pdf/2015/01/metrology_metr2015_07009.pdf
- Olivier Marc. (2017). Chimie de l'environnement. p. 50-100. Université de Sherbrooke
- Rich. Linvil G. (2003). Effluent BOD₅. Department of environmental Engineering and Science Clemson University. <http://www.lagoonsonline.com/technote1.htm>
- Université virtuelle environnement et développement durable (UVED). (2013). La dégradation de la pollution carbonée. http://ved-ensil.unilim.fr/co_PoluCarbon.html
- Truc Alain. (2007). Traitement tertiaire des effluents industriels. Techniques de l'ingénieur. <https://www.techniques-ingieur.fr/base-documentaire/environnement-securite-th5/gestion-de-l-eau-par-les-industriels-42447210/traitements-tertiaires-des-effluents-industriels-g1310/reduction-de-la-dcouverte-g1310niv10006.html>
- Wikipédia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Site_actif